

107 D 1①, ②
(100 C 4)
107 B 221 ③
(107 D 1)
(100 C 4)

特 許 公 報

特許出願公告

昭42-8670

公告 昭42. 4. 19

(全3頁)

光ドップラレーダ

特 願 昭 39-1772
出 願 日 昭 39. 1. 16
発 明 者 喜連川隆
尼崎市南清水町字中野80三菱電
機株式会社中央研究所内
同 伊東克雄
岡 岡所
出 願 人 三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内2の12
代 表 者 関義長
代 理 人 弁理士 鈴木正満

図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係る光ドップラレーダの一実施例を示す略線図、第2図はその説明図である。

発明の詳細な説明

レーザ光はコヒーレントであるから、ドップラレーダの発振器に使用することができる。しかもその周波数が非常に高いので、極めて低い速度に対しても、大きなドップラ偏移を得ることができる。例えば、波長1μ(周波数に直すと 3×10^{14} CPS)のレーザ光を使つて、光の進行方向に1mm/secの速度で動く物体によるドップラ偏移を測定すれば、それは2000CPSになる。(これを10GCのマイクロ波の場合に適用すると、ドップラ偏移は0.1CPSにも達しない。)現在のガスレーザの周波数安定度は、短時間なら50CPS程度であるから、2000CPSのドップラ偏移があれば、充分ドップラ速度計として使用出来る。

ところが、一方音速程度以上の速度に対して前と同じように、波長1μの光で、300m/secの速度で光の進行方向に運動する物体によるドップラ偏移を考えると、それは800MCに達する。この程度の周波数を周波数カウンタで測定しようとする、どうしても周波数変換してから周波数を計数する必要がある、速度が連続的に広い範囲にわたつて変化する場合(例えば速度が200m/secから400m/secまで変化する

とドップラ偏移は400MCから800MCまで変化する)に速度を連続的に測定したい時には、次々に周波数変換器を取り換えて行く必要があり非常に不便である。

しかしながら、高速度で運動する多くの物体が存在し、その中から任意の標的を選んで、その速度を知りたい場合には、細いビームが必要であるマイクロ波でこれを実現しようとする、大きなアンテナが必要で、標的を選んだり、追尾したりするための装置も大掛かりなものとなる。一方レーザ光は、何らアンテナを使用しなくても非常に幅の狭いビームをなしており、マイクロ波の装置に較べて小型軽便であり、駆動装置も小型でよいわけであるから、全体的にコンパクトな速度計を可能ならざるである。但しこの場合、先に述べたようにドップラ偏移が余りに大きい欠点を取り除いておかないと、小型化にも支障があるし、取り扱いの繁雑さによつて、小型化した意味が少なくなる怖れがある。

この発明では光レーダの高い分解能を生かしつつ、ドップラ速度計として使用しても、高速度を測定する際に、不当に大きなドップラ偏移が生じないようにし、かつレーザ光の周波数安定度に対する要求を、軽減するようにしたものである。

以下図面によりこの発明の実施例を説明する。

第1図に於て、1はレーザ光発光装置、2aは第1の変調器、2bは第2の変調器、3は変調信号源、4は送信用光アンテナ、5は目標物、6は受信用光アンテナ、7はフィルタ、8は光ミキサ9は変調信号源の周波数を2通倍する通倍器、10は周波数カウンタ、11はパルス源、12は2ビームオシロスコープである。

今、レーザ光発光装置1からのレーザ光の周波数を f_0 とし、それを変調信号源3からの周波数 f_1 の変調信号で振幅変調すると、周波数 $f_0 + f_1$ 、 $f_0 - f_1$ の2つの側帯波が第2の変調器2bに生じる。それを送信用光アンテナ4で目標物5に向つて発射する。目標物5が光の発射方向と θ なる角度をなして v なる速度で運動していると、目標物5により反射されて、受信用光アンテナ6に戻つて来た光は、周波数 $(f_0 - f_1)$

$$\left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right), (f_0 - f_1) \left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right)$$

(7)

特公 昭42-8670

なる2つの周波数に変化している。この光をフィルタ7を通して、太陽光の散乱等の不要な光を除いて、光ミキサ8で混合すれば、2つの光の差の周波数 $2\left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right) f_1$ のビートが生じる

更にこれと変調信号源3の変調信号の周波数 f_1 を2通倍器9で2通倍して得た周波数 $2f_1$ の波とを混合すれば、 $\frac{4v}{c} f_1 \cos \theta$ なる目標物5の速度の光の発射方向成分 $v \cos \theta$ に比例する周波数のビートが生じるから、これを周波数カウンタ10で測定すれば $v \cos \theta$ が直ちにわかる。

次に光ミキサ8の動作を説明する。一般に光の

$$I \propto (A_1 \cos 2\pi f_1 t + A_2 \cos 2\pi f_2 t)^2$$

$$= \frac{1}{2}(A_1^2 + A_2^2) + \frac{1}{2}(A_1 \cos 4\pi f_1 t + A_2 \cos 4\pi f_2 t)$$

$$+ A_1 A_2 \cos 2\pi(f_1 + f_2)t + A_1 A_2 \cos 2\pi(f_1 - f_2)t$$

という出力が得られる。この式で右辺の第1項は各々の周波数の光のエネルギーの和に相当する。第2項第3項は周波数で変化するもので実際には検知されない。しかし第4項は光の周波数よりずっと低い周波数の波、例えばマイク波以下の周波数になり得る。

この時光検出器をそのような周波数に反応できるようにしておけば、第4項の波即ち2つの光周波数の電磁波のビートを検出できる。このように、光周波数の電磁波のビートを検出できる検出器を一般にフォトミラーまたは光ミキサと呼んでいる。普通使われる光ミキサには接合容量の小さいフォトダイオード、高い周波数に反応できるような電機構造を考慮した光電管などがある。光電子増倍管でも数百メガサイクルのビートを検出できるものがある。

即ち、光ミキサ8は周波数 $(f_0 + f_1) \times \left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right)$ 、 $(f_0 - f_1) \times \left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right)$ なる2つの光周波数の波のビート $(f_0 + f_1) \times \left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right) - (f_0 - f_1) \times \left(1 - \frac{2v}{c} \cos \theta\right)$ $= 2f_1 \left(\frac{2v}{c} \cos \theta\right)$ を検出する。

このときレーザ光の周波数 f_0 は最終的には現われて来ないので、変調波 f_1 だけを変定化しておけばよいわけで実用機を製作する場合に便利である。

また f_1 単独のドップラ速度計の場合のドッ

ように周波数の高い電磁波の検出器は、光電管やフォトリランジスタのように光子によりたたき出される電子、いわゆる光電子を検出するものである。このように光電子を検出することにより光を検出器の出力電流は、単位時間あたり検出器に入射する光子の数に比例する。即ち入射する光のエネルギーに比例する。

従つて入射する光周波数の電磁界の振幅の2乗に比例する。だから上記の如き光検出器に周波数 f_1 、 f_2 、振幅 A_1 、 A_2 なる2つの光が入射すれば、その光検出器の出力電流は2つの光の波の振幅の和は2乗に比例するから

ラ偏移は、 $(2v/c) f_1 \cos \theta$ であるが、この方式では $(4v/c) f_1 \cos \theta$ と2倍になっている。

今、 $\theta = 0$ 、 $f_1 = 10 \text{ GC}$ 、 $v = 300 \text{ m/sec}$ なら $(4v/c) f_1 \cos \theta = 4 \times 10^4 \text{ CPS}$ である。

更に光ミキサ8として、パラメトリック・ダイオード等のマイクロ波ダイオードを用い、周波数 $2f_1$ の波を局部周波数としてそれに加えておけば、光の混合とそれにより生じたビートと $2f_1$ との間の混合を一度に行うことができる。

また f_0 を f_1 で変調する前に、第1の変調器2aでレーザ光を第2図の如くトツブラ偏移を測定するに充分な幅を持ったパルスにパルス源11で変調しておき、パルス源11からの変調パルスと光ミキサ8の直流電流を、2ビームオシロスコープ12上に描けば、そのパルスの立ち上りの前者に対する後者の遅れを測定すれば、目標物5までの距離が $ct/2$ として測定される。

以上のように、この発明に係る光ドップラレーザでは、変調されたレーザ光の上側帯波及び下側帯波の、目標物からの反射光を混合して、目標物の速度の光の発射方向成分に比例した周波数ビートを取っているため、大きなドップラ偏移が生じることがなく、また目標物の速度の周波数ビートは、レーザ光の周波数には無関係であるため、周波数安定度が高く、装置が小型且つ簡単で、高信頼度を得られ、経済的である等の諸効果を有する。

(3)

特公 昭42-8670

なお、目標物の至近距離から遠方までの広範囲の測定を可能にするため、受信用光アンテナを可動とすればよいことは勿論である。

特許請求の範囲

1 レーザ光発生装置この装置からのレーザ光を振幅変調するための変調信号を発生する変調信号発生装置、上記レーザ光発生装置からのレーザ光を上記変調信号発生装置からの変調信号で振幅変調し上記レーザ光の上下両側帯波を得る変調器この変調器で得られた上記上下両側帯波を目標物に向つて送信する送信装置、上記目標物から反射された上記上下両側帯波を受信する受信装置、及びこの受信装置で受信された上記上下両側帯波を混合する混合装置を備えたことを特徴とする光ドップラレーダ。

2 レーザ光発生装置、この装置からのレーザ光を振幅変調するための変調信号を発生する変調信号発生装置、上記レーザ光発生装置からのレーザ光を上記変調信号発生装置からの変調信号で振幅変調し上記レーザ光の上下両側帯波を得る変調器この変調器で得られた上記上下両側帯波の目標物に向つて送信する送信装置、上記目標物から反射された上記上下両側帯波を受信する受信装置、及び

この受信装置で受信された上記上下両側帯波と上記変調信号の周波数の所定通倍されたものとを混合する混合装置を備えたことを特徴とする光ドップラレーダ。

3 レーザ光発生装置、この装置からのレーザ光をパルス変調するためのパルス信号を発生するパルス信号発生装置、上記レーザ光発生装置からのレーザ光を上記パルス信号発生装置からのパルス信号でパルス変調しパルス状のレーザ光を得る第1の変調器この第1の変調器で得られた上記パルス状のレーザ光を振幅変調するための変調信号を発生する変調信号発生装置、上記パルス状のレーザ光を上記変調信号発生装置からの変調信号で振幅変調し上記パルス状のレーザ光の上下両側帯波を得る第2の変調器、この第2の変調器で得られた上記上下両側帯波を目標物に向つて送信する送信装置、上記目標物から反射された上記上下両側帯波を受信する受信装置、この受信装置で受信された上記上下両側帯波と上記振幅変調用変調信号の周波数の所定通倍されたものとを混合する混合装置、及びこの混合装置の出力信号と上記パルス信号とを同時に描くオシロスコープを備えたことを特徴とする光ドップラレーダ。

